

LA CALIDAD DE LAS AGUAS ESPAÑOLAS

Miguel Álvarez Cobelas y
Francisco Cabrera Capitán

La calidad del agua redunda en la calidad de nuestras vidas

MIGUEL ÁLVAREZ COBELAS trabaja en el Centro de Ciencias Medioambientales (csic) sobre la ecología del plancton continental, la eutrofización y las zonas húmedas.
FRANCISCO CABRERA CAPITÁN desarrolla su investigación en el Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (csic) en torno a la calidad de las aguas superficiales y la dinámica de nutrientes en suelos.

La calidad del agua es un concepto de ciencia aplicada, variable en el espacio, en el tiempo y según la utilización del agua, que se suele plasmar en una normativa legal. En España la calidad de las aguas continentales ha sufrido un empobrecimiento en las últimas décadas, lo cual, ha repercutido sobre la vida en ellos. O dicho de otro modo, la calidad de la vida depende de la calidad del agua.

En estos tiempos tan aparentemente preocupados por los problemas ambientales, los que afectan al agua no podían ser una excepción. El agua no sólo es una parte fundamental de La Tierra y de los seres vivos, sino que —además— se emplea en múltiples actividades humanas.

Ahora bien, esas actividades suelen presentar unos requisitos muy distintos, tanto *per se* como a lo largo de la historia y en los distintos países. Así, los requisitos de un agua de bebida no son los mismos que los de un agua para riego; las necesidades y características del agua en la



Figura 2. Crecimiento masivo del organismo *Microcystis* en el embalse de Santillana, Madrid, verano de 1993. Este crecimiento es un resultado del proceso de eutrofización que sufre el embalse. (Foto autor.)

Europa cristiana de la Edad Media difieren de las actuales o de las de la Europa musulmana en esa misma época. Ello nos conduce directamente al concepto de «calidad del agua», variable según el uso de la misma, pero también en el espacio y en el tiempo. La calidad del agua es, pues, un concepto técnico, de ciencia aplicada

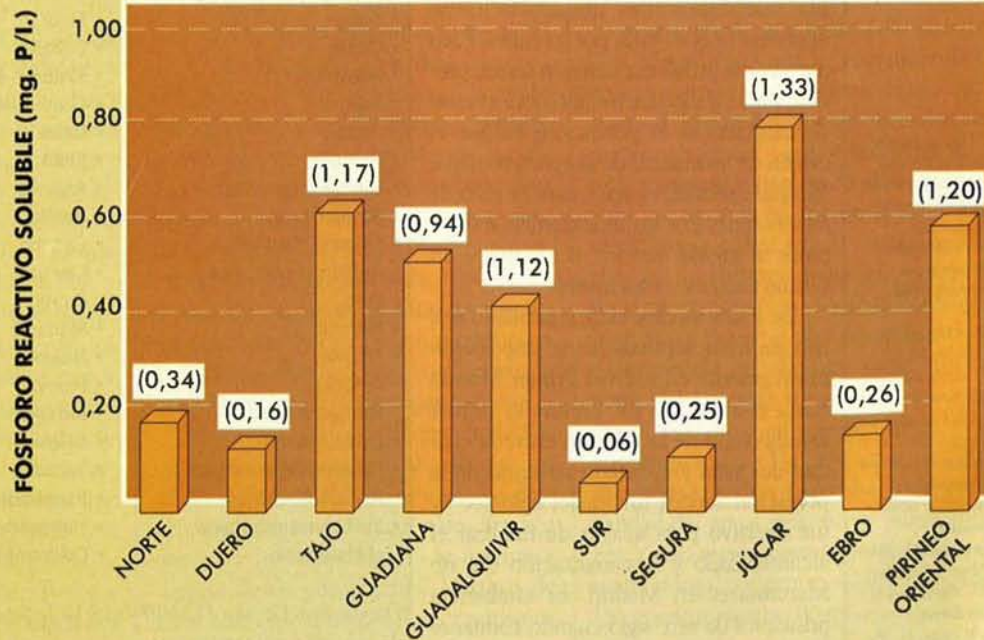
y cada vez más importante a la vista de la hasta ahora creciente degradación ambiental. Según los posibles usos, hay establecidas en cada país unas normas legales que determinan la calidad del agua necesaria para cada uso. Por lo tanto, la calidad es también un concepto legal.

El agua natural, es decir, la presente

Para más información

- M. Álvarez Cobelas, F. Cabrera (eds.), *La calidad de las aguas continentales españolas: estado actual e investigación*, Geoforma ediciones, Logroño, 1995.
- D.M. Harper, *Eutrophication*, Chapman & Hall, London, 1992.
- D.H. Hutson, T.R. Roberts, *Environmental fate of pesticides*, J. Wiley & Sons, Chichester, 1990.

Figura 1. Concentración promedio de ortofosfato en las grandes cuencas españolas. Entre paréntesis, para dar una idea de la variabilidad, se ofrece la desviación típica, la cual es en todos los casos superior a la media. Esto nos indica que en una misma cuenca hay ambientes con muchísimo y con poquísimo fósforo. Como se aprecia en la figura, las cuencas con más fósforo son aquellas con más población.



en los suelos, ríos, lagos, embalses, acuíferos y mares, puede considerarse como una mezcla compleja de sustancias disueltas y partículas (y algunas de estas partículas son seres vivos, incluyendo al hombre), sujetas a las leyes de la física y la química. Muchas de estas sustancias y partículas interactúan entre sí, de manera que producen otras sustancias y partículas. Por lo tanto, las características de un agua natural deben considerarse desde un punto de vista global, «ecológico» si nos gusta más el término. En la calidad de un agua no intervienen sólo los factores físico-químicos, sino también los organismos. Hasta aquí, casi todo el mundo podría estar de acuerdo, aunque estos hechos no se tuvieran en cuenta a la hora de considerar la calidad de un agua determinada. Hay, sin embargo, otros aspectos que influyen sobre un agua natural. Una masa de agua determinada no se encuentra aislada en el espacio. Por debajo de ella hay tierra y por encima, aire. Y estos dos elementos (en el sentido griego del término) no se comportan pasivamente. Es decir, el aire y la tierra intercambian sustancias con el agua. Éste es un hecho importante, aunque inadvertido para quienes tienen competencias sobre la calidad del agua, como más adelante veremos.

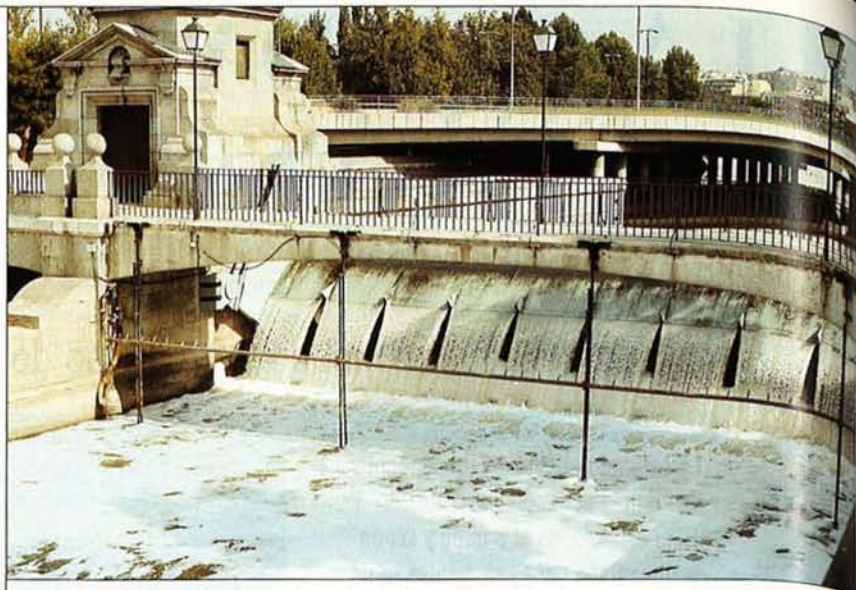


Figura 3. Espumas de detergentes en el río Manzanares a su paso por Madrid. Muy a menudo, las depuradoras no pueden eliminar todos los contaminantes. (Foto autor.)

bebida y aparecen los primeros laboratorios de análisis de aguas en Barcelona y Madrid.

El crecimiento masivo de la población, el enorme desarrollo técnico, científico, industrial y agrícola precisan en la segunda mitad del siglo XX de ingentes cantidades de agua, parte de la cual regresa al medio natural muy contaminada. Esto afecta al uso posterior de la mis-

ma; esto afecta, pues, a su calidad. La preocupación por la calidad del agua en el medio natural, fuera de las ciudades, es muy reciente. En nuestro país, los primeros estudios sobre los distintos aspectos de la calidad del agua datan de finales de la década de 1950 y se han ido diversificando muchísimo hasta la actualidad.⁽²⁾

En España el agua utilizada se reparte, *grosso modo*, de la manera siguiente:

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUAS DE BEBIDA Y AGUAS DE BAÑO

BEBIDA

- Color
- Turbidez
- Olor
- Sabor
- Temperatura
- Ión Hidrógeno
- Conductividad
- Cloruros
- Sulfatos
- Sílice
- Calcio
- Magnesio
- Sodio
- Potasio
- Aluminio
- Dureza total
- Residuo seco
- Oxígeno disuelto
- Anhídrido carbónico libre
- Nitratos
- Nitritos
- Amonio
- Nitrógeno Kjeldahl
- Oxidabilidad
- Carbono orgánico total
- Ácido sulfhídrico
- Sustancias extraíbles al cloroformo

- Hidrocarburos disueltos o emulsionados
- Fenoles
- Boro
- Tensioactivos
- Hierro
- Manganeso
- Cobre
- Zinc
- Fósforo
- Fluor
- Cobalto
- Materias en suspensión
- Cloro residual
- Bario
- Plata
- Arsénico
- Berilio
- Cadmio
- Cianuros
- Cromo
- Mercurio
- Níquel
- Plomo
- Antimonio
- Selenio
- Vanadio
- Plaguicidas
- Hidrocarburos policíclicos
- Coliformes totales

- Coliformes fecales
- Estreptococos fecales
- Clostridium sulfitorreductores

BAÑO

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Estreptococos fecales
- Salmonellas
- Enterovirus
- pH
- Color
- Aceites minerales
- Tensioactivos
- Fenoles
- Transparencia
- Oxígeno disuelto
- Residuos de alquitrán
- Amoníaco
- Nitrógeno Kjeldahl
- Plaguicidas
- Arsénico
- Cadmio
- Cromo
- Plomo
- Mercurio
- Cianuros
- Nitratos
- Fosfatos

Cuanto más llueve hay menos contaminación y los problemas de calidad se reduce

El interés por la calidad del agua no siempre ha sido el mismo a lo largo de la Historia. Antiguamente la gente se conformaba con que el agua presente en las viviendas estuviera razonablemente limpia, sin importarles demasiado cómo estuviera la que corría por las calles. Poco a poco, ese problema también les fue preocupando, dado que influía sobre el estado sanitario de la población; ése fue el origen de las cloacas de la época romana. El agua residual, el agua «sucía» salía de las ciudades por las alcantarillas e iba a parar al medio freático, a los ríos y, en último extremo, a los mares.

De todos modos, el alcantarillado o el uso de fosas sépticas no se impusieron masivamente en todo el Primer Mundo hasta el siglo XX. En España el primer estudio serio de la relación entre la calidad del agua y el estado sanitario de la población data de finales del siglo XIX⁽¹⁾ y fue decisivo para acabar de finalizar el alcantarillado y la canalización del río Manzanares en Madrid. Es también a principios de este siglo cuando comienza la preocupación por la calidad del agua de

(1) P. Hauser, *Madrid desde el punto de vista médico-social*, Establecimiento tipográfico Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 1902.

(2) M. Álvarez Cobelas, M. Verdugo, *Breve historia de la calidad de aguas en España*. En «La calidad de las aguas continentales españolas: estado actual e investigación» (M. Álvarez Cobelas y F. Cabrera, eds.), Geoforma ediciones, 31-38, Logroño, 1995.

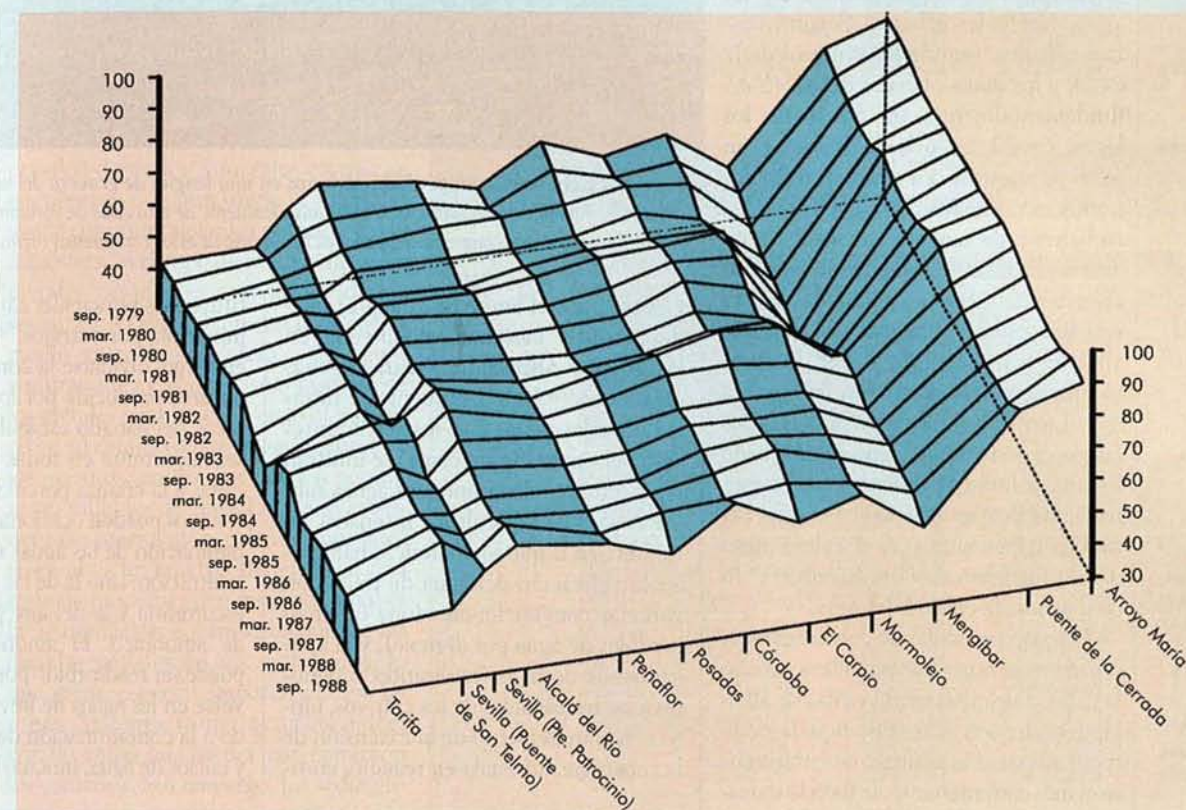
Fuente: Real Decreto 1138/1990 del 14 de Septiembre y Real Decreto 734/1988 de 1 de Julio, respectivamente.

LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA

Las aguas naturales son mezclas complejas donde intervienen muchas sustancias distintas. Como hemos visto ya, la calidad del agua es un concepto variable que depende del uso a que se quiera destinar. Los gestores del agua intentan desde antiguo disponer de una única referencia que les permita clasificar el agua en función de su calidad. Dada la complejidad de la mezcla-agua, eso es difícil. Pero eso no les ha desanimado. Y han propuesto numerosos índices de calidad del agua: unos basados en medias aritméticas (con modificaciones o no), otros basados en medias geométricas y las últimas, en fin, basadas en la variable que determine la peor calidad.⁽¹⁾ El método español, usado por el Ministerio de Medio Ambiente, procede de los técnicos de la región canadiense de Québec y se basa en una media aritmética ponderada;⁽²⁾ la mejor calidad corresponde a un valor de 100 unidades y la peor, a 0. Un ejemplo de la aplicación de este índice es el siguiente, tomado de,⁽³⁾

donde se representan el Índice de Calidad General del río Guadalquivir desde 1979 hasta 1988. La gráfica muestra cómo va disminuyendo el índice de calidad desde el nacimiento a la desembocadura, es decir, la calidad de las aguas del río es mejor aguas arriba. Otro aspecto curioso que refleja el índice es la caída de la calidad en la zona de Mengibar (Jaén), fruto de los vertidos de alpechín, tras la cual la calidad se recupera un poco, pero sin llegar ya a las cifras en la zona anterior a ese punto.

- (1) J. Mingo, *La vigilancia de la contaminación fluvial. I. Tratamiento de los datos de control analítico*, DGOH. MOPU, Madrid, 1993.
 (2) I. del Río, «Revisión crítica de los índices físico-químicos de calidad de aguas», *Ingeniería Civil* 86: 77-90, 1992.
 (3) MOPU, *Medio ambiente en España 88*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente, Madrid, 1989.



agricultura, 80 %, industria, 6 %, consumo humano, 14 %.⁽³⁾ Por lo general, el agua se toma de los ecosistemas con una determinada calidad y se devuelve en menor cantidad y con peor calidad a otros ecosistemas situados aguas abajo de la toma. Las aguas se contaminan durante los usos y ello redundará en perjuicio de la calidad, como es obvio. Ahora bien, la contaminación de origen agrícola suele ser de tipo difuso, ya que la aplicación de abonos y plaguicidas a los campos determina que los restos de aquellos pasen paulatinamente de los suelos a las aguas subterráneas o por escorrentía —cuando llueve— a los ríos, pero sin tener una entrada focalizada. En el caso de las aguas de uso industrial y urbano, las aguas residuales que se generan (depuradas o no) aparecen en puntos determinados de los ríos: se trata de vertidos focalizados. Por ese motivo, el impacto de las segundas sobre los ecosistemas suele ser superior al de las

primeras, a pesar de que el agua residual de origen agrícola sea más cuantiosa.

Otro aspecto que debe considerarse en relación con la calidad es la cantidad de agua. El agua de lluvia diluye la contaminación, mejora la calidad. De modo que cuanto más llueva, menos contaminación y, por tanto, los problemas de calidad se reducen. Este aspecto es crucial en una zona geográfica como la mayor parte de la Península Ibérica, sometida a regímenes de lluvias bastante irregulares, propias de ambientes semiáridos y en proceso de desertización, y con oscilaciones muy conspicuas de la sequía,⁽⁴⁾ como la que hemos sufrido muy recientemente.

Los procesos que suceden cuando llega un contaminante a un río o a un acuífero son complicados y no los describiremos ahora.⁽⁵⁾ Aquí sólo diremos que los contaminantes no se limitan a dejarse llevar por el agua. Muchos de ellos son ingeridos por los organismos presentes en el agua⁽⁶⁾ o forman comple-

jos estables en los sedimentos⁽⁷⁾ y se acumulan, quedando en mayor concentración en los sedimentos y en los seres vivos que en el agua libre. A la muerte de los organismos que los han ingerido o en determinadas condiciones físico-químicas del sedimento, son liberados de nuevo al agua.⁽⁸⁾ Los contaminantes, pues, pasan más tiempo en el sedimento y en los seres vivos que en el agua. De modo que —salvo que se tomen muestras con muchísima frecuencia o se trate de contaminaciones crónicas— resulta muy difícil detectar una contaminación determinada en el agua: sería mucha coincidencia estar tomando la muestra en el momento en que se produce la contaminación. De ahí que muy a menudo se produzca una alteración de la calidad del agua, pero no se pueda probar. Y esto viene apoyado porque las normativas legales vigentes sólo contemplan los contaminantes (y no todos) en el agua —donde pasan menos tiempo— y

no en los sedimentos o en los organismos.

En resumen, la mayor parte de las veces hay contaminación real, pero no hay contaminación legal: el agua se contamina, pero su calidad no se ve afectada desde un punto de vista legal.

En cuanto a las formas de contaminación que afectan a la calidad del agua en España, la más abundante es la materia orgánica. La contaminación por materia orgánica se llama técnicamente «eutrofización» y ha sido objeto de estudios^(9, 10, 11) en muchos países. La materia orgánica se origina en la agricultura, en la industria agroalimentaria y en las aguas residuales urbanas. Según nuestros cálculos, usando los criterios de la OCDE y los datos oficiales del MOPTMA fundamentalmente, un 84 % de los lagos, un 70 % de los embalses y un 62 % de nuestros ríos están eutrofizados o muy eutrofizados. Para el caso de los embalses y, de acuerdo con los datos de Torres Padilla,⁽¹²⁾ la eutrofización de aproximadamente la mitad de los 36 embalses-piloto estudiados por el MOPTMA aumentó entre 1980 y 1988. Los problemas de eutrofización son más graves en la España de litología ácida (a grandes rasgos, el oeste de la Península) que en la España de litología básica porque en ésta hay más calcio en solución en el agua y el fósforo coprecipita con el calcio, quedando incorporado al sedimento,⁽¹³⁾ lo cual mejora la calidad del agua.

Un caso particular de contaminación por materia orgánica que altera mucho la calidad del agua es el vertido de alpechines, que son el residuo líquido de la molienda de la aceituna y probablemente el más contaminante de toda la industria agroalimentaria.⁽¹⁴⁾ Este problema es serio en todas las zonas olivareras del Mediterráneo y, en nuestro caso, en Andalucía desde noviembre a marzo aproximadamente. La contaminación que producen es muy alta, pues la degradación de un litro de alpechín precisa de 60 gr O₂. Sin embargo, el problema parece entrar en vías de solución al cambiar el sistema de extracción del aceite desde el convencional a otro (llamado «ecológico») que apenas genera alpechín y ahorra agua y energía.⁽¹⁵⁾

El fósforo es otro contaminante que puede estar asociado a la materia orgánica, pero también al uso de detergentes con fosfatos.⁽¹⁶⁾ Por cuencas hidrográficas los mayores contenidos en fósforo se presentan en las del Júcar, el Tago y el Pirineo Oriental y los menores, en la del Sur y en la del Duero.

La contaminación por nitratos también afecta a la calidad del agua, en especial si ésta ha de ser consumida por los seres humanos. Un exceso de nitratos en el agua de bebida (la legislación



Figura 4. Contaminación por hidrocarburos en una lengua de gravera del valle del río Jarama (Madrid). Además de los accidentes, una causa frecuente de esta clase de contaminación es el lavado de las cisternas de los camiones dedicados al transporte de estos compuestos orgánicos. (Foto autor.)

vigente pone el límite en 50 mg/L) puede producir metahemoglobinemia en lactantes y nitrosaminas cancerígenas en adultos.⁽¹⁷⁾ La mayor fuente de nitratos para las aguas son los fertilizantes agrícolas, parte de los cuales se infiltran en el terreno, alcanzando las aguas subterráneas. La agricultura intensiva en regadío, en la que son prácticas habituales la aplicación del agua de riego con sistemas convencionales (que originan pérdidas de agua por drenaje), y la aplicación de dosis de fertilizantes superiores a las necesidades de los cultivos, junto con el incremento de la extensión de la superficie cultivada en regadío, cons-

tituyen las principales causas de la contaminación por nitratos.⁽¹⁸⁾ No debe, sin embargo, olvidarse la contaminación por nitratos producida por los residuos orgánicos del ganado estabulado, que puede ser importante en zonas puntuales dedicadas a la crianza porcina y bovina. Estos residuos pueden ocasionar no sólo la contaminación de las aguas subterráneas por infiltración, sino la de las superficiales por escorrentía y la del aire por evaporación de amoníaco. El amoníaco evaporado puede ser readsorbido por el suelo o disolverse en las aguas de lluvia, contribuyendo a la contaminación de lagos, embalses y cursos de agua, muchas veces en lugares

EL ESTADO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA CONTINENTAL EN ESPAÑA

- La relación entre cantidad y calidad de agua es muy acusada.
- La vinculación entre aguas superficiales y subterráneas es muy estrecha y, por ello, no cabe considerarlas aisladamente respecto a la calidad.
- La calidad de las aguas continentales españolas se conoce poco todavía. Extensivamente, es probable que la contaminación por materia orgánica sea la más importante para la calidad. En algunas zonas, las contaminaciones por metales pesados, plaguicidas, nitratos y salinidad (de origen marino o no) pueden resultar más influyentes en la calidad.
- La problemática de la calidad del agua debe abordarse desde una perspectiva global (científica y sintética, técnica, social, económica y política a la vez) y no sólo sectorial como hasta ahora.
- Hacen falta profesionales en todos los niveles de especialización y en todas las instituciones públicas y privadas dedicadas a la calidad del agua en España.

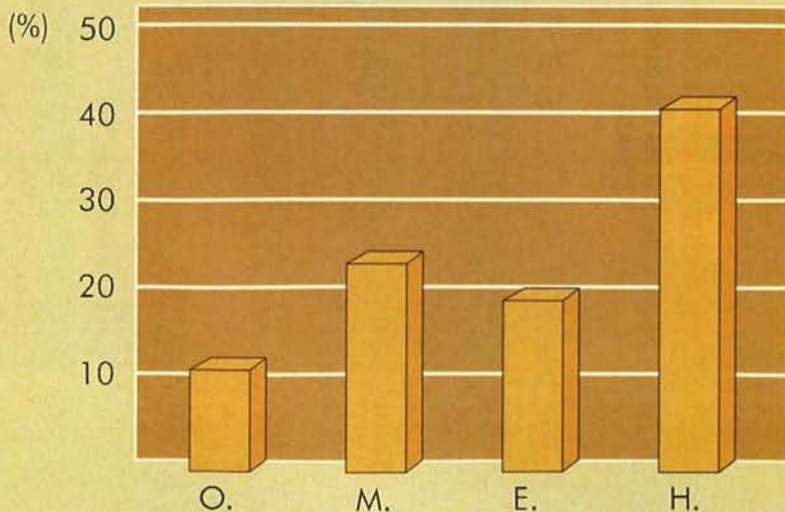
- Se precisan aún muchas investigaciones básicas y aplicadas sobre la calidad del agua en España.
- La normativa legal sobre calidad de aguas es muy numerosa (desde el nivel de la Unión Europea hasta el de los Ayuntamientos), a veces contradictoria y hasta confusa. Aún así, hay vacíos legales notables, pues dicha normativa sólo considera el agua y no los acumuladores de sustancias contaminantes (sedimentos y seres vivos) o las dosis tóxicas para los organismos.
- Muchos de nuestros ecosistemas acuáticos más importantes (marismas de Doñana, zonas húmedas de La Mancha, Albufera de Valencia, Delta del Ebro) están afectados por problemas de calidad de aguas.
- En los últimos años se ha estimulado en España una actitud popular sobre los problemas de cantidad de agua en el sentido del ahorro. Falta aún un respeto social a la calidad del agua: el agua es vida y la calidad del agua redundará en la calidad de nuestras vidas.

muy alejados del lugar donde se produjo la contaminación. Los problemas sanitarios pueden resultar especialmente serios en aquellas zonas cuya agua de bebida procede de pozos, las cuales suponen alrededor de una cuarta parte de la población española.⁽¹⁹⁾ La contaminación por nitratos es elevada en la cuenca de las zonas de agricultura más intensiva: Murcia, Campo de Cartagena, Planas de Castellón, Sagunto y Valencia, río Aralar en Navarra, zonas aluviales del Maresme y de los ríos Llobregat, Ter, Muga, Llanura Manchega, vegas del Genil y de Granada, marismas del Guadalquivir y cuenca del Tajo en torno a Madrid.⁽²⁰⁾

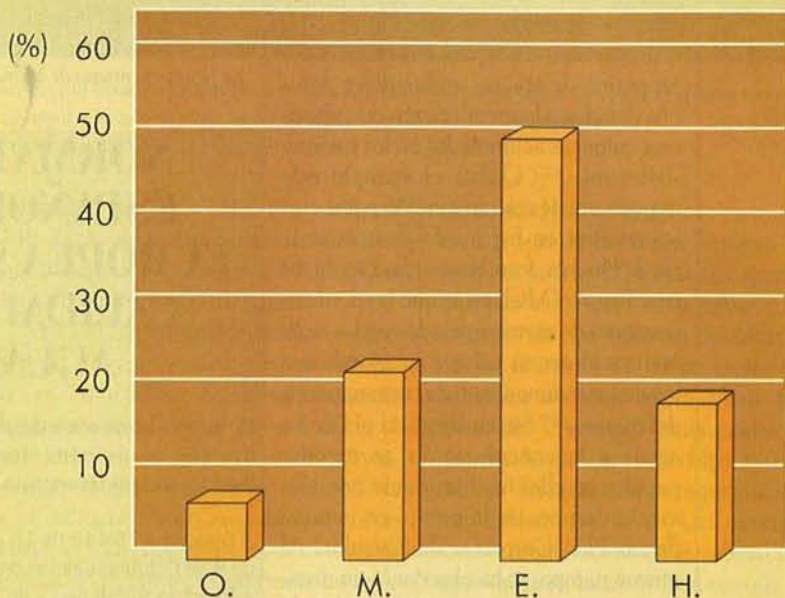
Los metales pesados también afectan a la calidad del agua. Como consecuencia de la actividad industrial y minera, se produce la liberación de los metales pesados desde los minerales en que se encuentran a la atmósfera, el suelo, las aguas continentales y los océanos. En la atmósfera, el tiempo de residencia de los metales pesados es muy corto (días o semanas). El suelo ocupa un lugar intermedio entre la atmósfera y las aguas continentales en cuanto al transporte de los metales pesados en el ciclo hidrológico en su camino hacia los sedimentos de los océanos, en los que pueden permanecer millones de años. Las aguas continentales juegan un papel muy importante en el ciclo; en ellas tienen lugar una serie de procesos cuyo resultado final es la acumulación e inmovilización de los metales pesados en los sedimentos, lo que tiene especial importancia en las zonas de contacto de las aguas dulces con las aguas saladas del mar, como son los estuarios. Sin embargo, los sedimentos actúan más como «esponjas» que como «sumideros», es decir, los metales pesados no se acumulan en ellos de una forma irreversible, sino que pueden volver a movilizarlos, contaminando el medio acuático, sólo con que cambien algunos factores que afectan a su capacidad de almacenamiento.⁽²¹⁾ Éste es un caso típico de «Chemical Time Bombs» (CTB, «Bombas Químicas de Reloje»

Figura 5. Se presenta aquí la eutrofización de nuestros ecosistemas acuáticos superficiales.
Se han usado datos oficiales y de distintos investigadores españoles, empleando la tipificación de la OCDE. Evidentemente, se carece de datos sobre absolutamente todos los ríos, lagos y embalses españoles. Aquí se han usado datos sobre 638 ecosistemas, de los cuales 450 corresponden a ríos, 130 a embalses y 58 a lagos, como una muestra representativa de los ambientes acuáticos españoles.

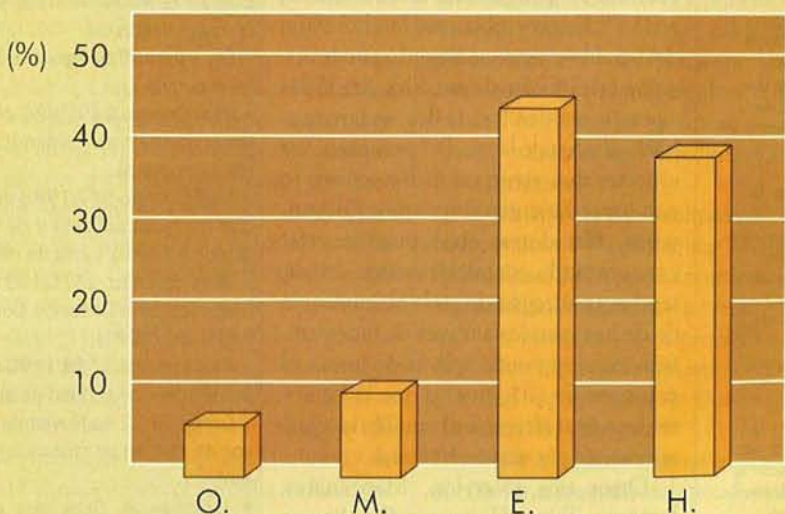
RÍOS



EMBALSES

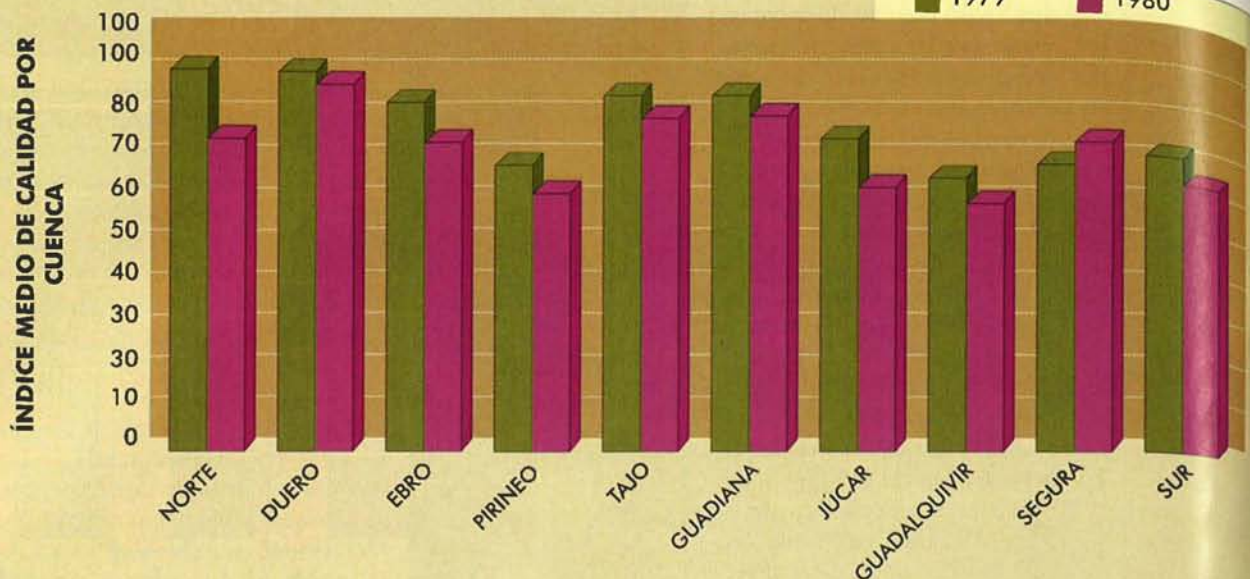


LAGOS Y LAGUNAS



O. = OLIGOTRÓFICOS
M. = MESOTRÓFICOS

E. = EUTRÓFICOS
H. = HIPERTRÓFICOS



ría»), concepto que se refiere a una cadena de acontecimientos como respuesta a lentas alteraciones del medio que dan lugar a la aparición retardada y repentina de efectos ambientales dañinos debidos a la movilización de sustancias químicas acumuladas en los suelos y sedimentos.⁽²²⁾ Quizás el ejemplo más importante de contaminación por metales pesados en España lo constituya la ría de Huelva, formada por las rías de los ríos Tinto y Odiel, en la que las concentraciones de metales pesados en los sedimentos alcanzan valores comparables a los de los sedimentos más contaminados del mundo.⁽²³⁾ Sin embargo, el pH de las aguas y la concentración de metales pesados en ellas ha disminuido notablemente después de la puesta en marcha de un Plan Corrector de Vertidos. Al mismo tiempo, se ha observado un notable aumento de las especies animales, de la vegetación halófila de la zona intermareal y de la fauna piscícola de interés económico (lenguados, lisas, anchoas, etc.).⁽²⁴⁾ Es previsible que la alteración del equilibrio agua-sedimento pueda originar la difusión de metales desde las aguas intersticiales de los sedimentos hacia el agua de la ría. Por otra parte, las especies que viven en íntimo contacto con los sedimentos (organismos detritívoros, filtradores, etc.) pueden estar concentrando metales pesados en sus tejidos y participando en la acumulación de dichos metales a través de la red trófica. Aquí se puede aplicar de nuevo el concepto de CTB, puesto que la bomba se dispara al alterarse el equilibrio agua-sedimento por acción humana.

Otros ríos (Nervión, Manzanares, Jarama, Tajo, Henares, Guadamar, Guadalquivir aguas abajo de Sevilla y Llobregat) son también candidatos a un empeoramiento de la calidad de sus aguas debido a los metales pesados.

Figura 6. Efectos de la sequía sobre la calidad del agua. Se muestra aquí el índice promediado de calidad general del agua del MOPTMA (véase el recuadro «Los índices de calidad del agua») para cada cuenca hidrográfica en dos años con distinta pluviosidad. 1979 fue más lluvioso que 1980. En prácticamente todos los casos, la calidad del agua fue mayor en el año más lluvioso. La figura es cortesía de María Verdugo (Confederación Hidrográfica del Guadiana, Ciudad Real).

NORMATIVA ESPAÑOLA Y EUROPEA SOBRE CALIDAD DE AGUAS

No se trata obviamente de una relación exhaustiva, pero da una cierta idea de la complejidad legal, descorazonadora para el lego.

- Directivas 75/440 de 16 de Junio y 79/869 de 9 de Octubre (Calidad de aguas potables).
- Directiva 80/68 de 17 de Diciembre (Protección de aguas subterráneas contra la contaminación).
- Directiva 76/464 de 4 de Mayo (Contaminación en el medio acuático y terrestre por sustancias peligrosas).
- Ley 29/1985 de Aguas del 2 de Agosto (Marco general).
- Real Decreto 849/1986 del 11 de Abril (Vertidos, sustancias contaminantes, actividades contaminantes).
- Real Decreto 927/1988 de 29 de Julio (Calidad de aguas potables y de baño, calidad para la vida piscícola y cría de moluscos).
- Real Decreto 1316/1991 de 2 de Agosto (Creación de la Dirección General de Calidad de Aguas del MOPT).
- Real Decreto 1138/1990 de 14 de Septiembre (Control de calidad de aguas potables).
- Orden de 12 de Noviembre de 1987 (Objetivos de calidad de sustancias nocivas y peligrosas).
- Ordenanzas Generales de Protección del Medio Ambiente Urbano de Barcelona (1983), Madrid (1985) y Zaragoza (1986) (Valores límite de metales pesados en vertidos a colectores públicos).

Los pesticidas son otra fuente de problemas para la calidad de las aguas. Los pesticidas, que ha salvado millones de vidas, que han ocasionado grandes beneficios a la agricultura y la ganadería, y que protegen los alimentos desde los lugares donde son producidos a aquéllos en que son procesados y consumidos, pueden, sin embargo, causar algunos problemas, como por ejemplo:

- La resistencia que han desarrollado algunos organismos, ha determinado que se aumenten las dosis o se hayan desarrollado nuevas sustancias, a veces más tóxicas.
- La escasa biodegradabilidad de muchas de estas sustancias provoca su persistencia y acumulación en el medio.
- Los efectos perjudiciales sobre algunos organismos, que los concentran en sus tejidos hasta niveles tóxicos, y transfieren a otros organismos de la red trófica.

Quizá los plaguicidas que más efectos tienen sobre la aguas son los que se aplican en agricultura. Parte de ellos llegan a los suelos donde sufren una serie de vicisitudes que pueden terminar en la percolación e incorporación a las aguas subterráneas. Pero no es éste el único modo de alcanzar las aguas, ya que pueden alcanzar las aguas superficiales por escorrentía desde la superficie de los suelos e incluso directamente como consecuencia de una aplicación a los cultivos poco cuidadosa, especialmente en los tratamientos aéreos. Por regla general, en el sistema acuático los plaguicidas terminan acumulándose en los sedimentos de donde, sin embargo, pueden salir si las condiciones del medio

(22) W.M. Stigliani, et al., «Chemical time bombs: predicting the unpredictable», *Environment* 4: 26-30, 1991.

(23) F. Cabrera, B. Conde, V. Flores, «Heavy metals in the surface sediments of the tidal river Tinto (SW Spain)», *Frasenius Environmental Bulletin* 1: 400-405, 1992.

(24) A. Sainz Síván, «Nuevas tecnologías y medio ambiente», Junta de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente, Sevilla, 1991.

(25)
J. Cornejo Suero,
M.C., Hermosín
Gaviño,
Plaguicidas. En-La
calidad de las
aguas continentales
españolas: estado
actual e
investigación» (M.
Álvarez Cobelas y
F. Cabrera, eds.),
202-212.
Geoforma
ediciones,
Logroño, 1995.
(26)
A. Navas
Izquierdo, J.
Machín Gayarre,
Salinidad en las
aguas superficiales
de la cuenca del
Ebro. En-La
calidad de las
aguas continentales
españolas: estado
actual e
investigación» (M.
Álvarez Cobelas y
F. Cabrera, eds.),
223-230.
Geoforma
ediciones,
Logroño, 1995.
(27)
E. Moreno et al.,
«Water movement
and salt leaching
in drained and
irrigated marsh
soils of southwest
Spain»,
Agricultural Water
Management 27:
25-44, 1994.
(28)
DGOH-DGCA-
ITGE, Libro
blanco de las aguas
subterráneas,
MOPTMA,
Madrid, 1994.
(29)
J. Albaigés et al.,
«Budget of
organic and
inorganic
pollutants in the
Doñana National
Park (Spain)»,
The Science of
Total Environment
63: 13-28, 1987.
(30)
C. Dafaue, «La
Albufera de
Valencia: un
estudio piloto»,
ICONA, Madrid,
1975.
(31)
M. Álvarez
Cobelas, S.
Cruzano (eds.),
Las Tablas de
Daimiel: ecología
acuática y
sociedad,
MIMAM,
Madrid, 1996.



Figura 7. Parque nacional de Las Tablas de Daimiel visto desde su extremo más meridional. Las manchas verdosas que tapizan el agua son grandes acumulaciones de la lenteja de agua (*Lemna* spp.), que es una planta superior indicadora de elevada concentración de sustancias nutritivas (Carbono, Nitrógeno y Fósforo) en el agua; es decir, indicadora de eutrofización. (Foto autor.)

sufren cambios.⁽²⁵⁾ Éste es otro caso típico de CTB.

En nuestro país la situación no es grave. Los niveles de plaguicidas en las aguas superficiales y subterráneas son generalmente bajos, salvo en ciertos episodios y zonas conflictivas, sobre todo si se compara con algunas zonas de la Unión Europea. Lógicamente, son más abundantes en las aguas superficiales de zonas de agricultura intensiva (Marismas del Guadalquivir, Delta del Ebro, Planas de Levante, La Mancha, etc.) y las zonas de estuarios y desembocadura de los ríos. No obstante, teniendo en cuenta la experiencia de otros países, parece necesario que se pongan en práctica medidas de control y corrección de usos, dosis y vertidos.

Las aguas superficiales pueden verse afectadas también por problemas de salinización. Las causas son variadas: disolución de sales solubles (evaporitas) existentes en algunas zonas, vertidos industriales y domésticos (aunque se sometan a depuración, en las plantas depuradoras de aguas no se reduce normalmente la salinidad) y uso de las aguas para el riego. En la cuenca del Ebro, donde existen formaciones yesíferas y otras evaporitas más solubles, la calidad de las aguas superficiales está condicionada por la disolución de estas sales que son aportadas por los afluentes de la margen izquierda.⁽²⁶⁾ En las zonas de regadío se produce generalmente salinización por disminución del caudal y por retorno de las aguas procedentes de los drenajes de los suelos regados. En las Marismas del

Guadalquivir, por ejemplo, existen 140.000 ha de suelos salinos recuperados que producen un retorno de 10-11 tm/ha en cada riego con 60-100 mm.⁽²⁷⁾

Por último, las sales marinas pueden afectar a la calidad de las aguas de bebida en los acuíferos costeros. Es uno de los resultados de la intrusión marina: el mar inunda los acuíferos costeros previamente esquilados. Éste es un problema especialmente serio en nuestras zonas costeras más turísticas, con numerosa población flotante en determinadas épocas del año que precisa agua de consumo (Jávea, Almuñécar, Gandía-Denia, delta del Llobregat), pero también en zonas áridas de agricultura intensiva (campo de Dalías, en Almería).⁽²⁸⁾

Los contaminantes de tipo físico suelen afectar muy puntualmente a la calidad del agua. En general, hay contaminaciones térmicas en las zonas de centrales térmicas y nucleares que usan agua para refrigeración. El Ebro en Garoña (Burgos), el Tajo en Zorita (Guadalajara), el embalse de Bárcena (León) experimentan aumentos bruscos de temperatura del agua por los vertidos térmicos. En cuanto a la posible contaminación radiactiva, es difícil indicar nada, dado que los datos se encuentran en poder del Consejo de Seguridad Nuclear y del Ministerio de Industria, estando el acceso a dicha información bastante restringido.

Como ya hemos señalado, la calidad del agua se ha convertido fundamentalmente en un asunto legal. Las normativas existentes son muy nume-

rosas, desde el nivel de los ayuntamientos hasta el de la Unión Europea (véase el recuadro «Normativa Española y Europea sobre calidad de aguas»). Pero lo que más nos interesa destacar aquí es que se echa en falta un espíritu globalizador en esas normativas: faltan ideas de conjunto, ambientales, que aborden legalmente la problemática de la calidad del agua con la complejidad que indudablemente tiene. Las normativas son sectoriales, pero en la calidad de un agua influyen muchos factores que interactúan. Otro inconveniente de la legislación es que sólo considera los contaminantes en tanto presentes en el agua, pero no si se encuentran en el sedimento o en los seres vivos. Sin embargo, éstos pueden ser considerados como almacenes de contaminantes. Es decir, la legislación debería tener en cuenta las sustancias contaminantes presentes en los sedimentos y en los organismos.

Hasta aquí, hemos realizado un recorrido somero a los problemas sectoriales de la calidad de las aguas continentales en España. Para finalizar, nos interesa resaltar que —a menudo— esos problemas inciden sobre algunos de nuestros ecosistemas más representativos: Doñana,⁽²⁹⁾ la Albufera de Valencia,⁽³⁰⁾ Las Tablas de Daimiel⁽³¹⁾ y algunos más están afectados por distintas contaminaciones. La calidad de sus aguas ha sufrido un empobrecimiento en las últimas décadas y ello ha repercutido sobre la vida en ellos.